

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-101762

(43)Date of publication of application : 04.04.2003

(51)Int.Cl.

H04N 1/387
G06T 1/00
G09C 5/00

(21)Application number : 2002-177086

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 18.06.2002

(72)Inventor : SUZAKI MASAHIKO

(30)Priority

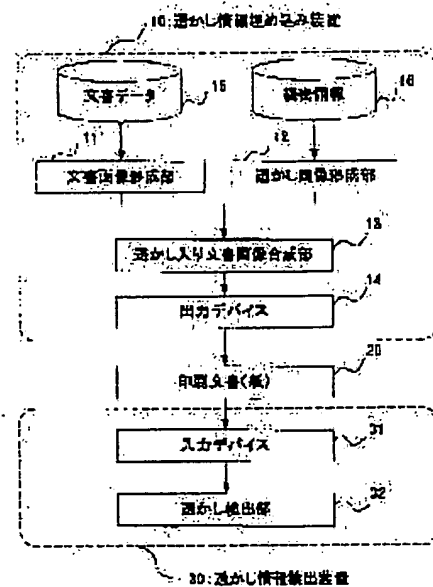
Priority number : 2001217758 Priority date : 18.07.2001 Priority country : JP

(54) WATERMARK INFORMATION FILLING APPARATUS AND WATERMARK INFORMATION DETECTING APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a watermark information filling apparatus and a watermark information detecting apparatus which can take out confidential information precisely.

SOLUTION: In a watermark information filling apparatus, a plurality of dot patterns formed by changing directions/wavelengths of waves are prepared, one symbol is given to one dot pattern, and confidential information is given by combining and arranging the dot patterns. In a watermark information detecting apparatus, there are provided as many two-dimensional wavelet filters, having the same directions and wavelengths of the dot patterns, as the number of dot patterns. Convolutions between arbitrary regions in a partially transmitted image and a plurality of the two-dimensional wavelet filters are calculated and it is decided that the region is filled with the dot pattern corresponding to the wavelet filter by which the maximum convolution is given.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 28.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3628312

[Date of registration] 17.12.2004

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-101762

(P 2 0 0 3 - 1 0 1 7 6 2 A)

(43) 公開日 平成15年4月4日(2003.4.4)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード (参考)
H04N 1/387		H04N 1/387	5B057
G06T 1/00	500	G06T 1/00	B 5C076
G09C 5/00		G09C 5/00	5J104

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全21頁)

(21) 出願番号 特願2002-177086(P 2002-177086)
(22) 出願日 平成14年6月18日(2002.6.18)
(31) 優先権主張番号 特願2001-217758(P2001-217758)
(32) 優先日 平成13年7月18日(2001.7.18)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

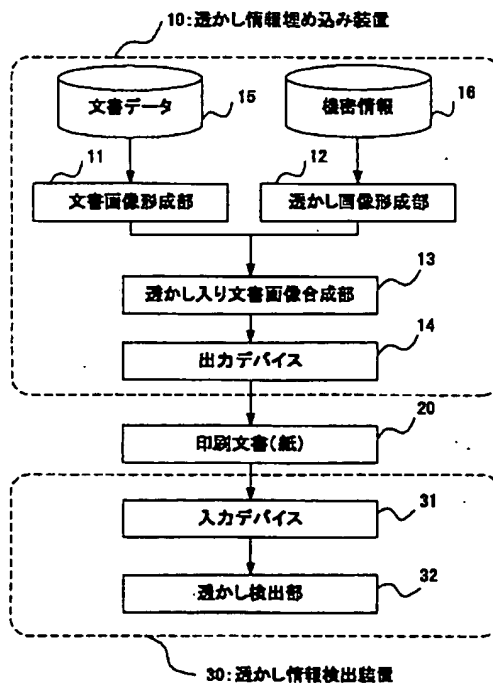
(71) 出願人 000000295
沖電気工業株式会社
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
(72) 発明者 須崎 昌彦
東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内
(74) 代理人 100095957
弁理士 亀谷 美明 (外2名)
Fターム(参考) 5B057 AA11 BA30 CB19 CE08 CE09
CG07 CH08 CH09 DA08 DC08
DC31
5C076 AA14 BA06
5J104 AA14 NA14

(54) 【発明の名称】 透かし情報埋め込み装置、及び、透かし情報検出装置

(57) 【要約】

【課題】 正確に秘密情報を取り出すことの可能な、透かし情報埋め込み装置、及び、透かし情報検出装置を提供する。

【解決手段】 透かし情報埋め込み装置においては、ドットの配列によって波の方向及び/又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つのドットパターンに対して1つのシンボルを与え、ドットパターンを組み合わせ合わせて配置することにより、機密情報が与えられる。透かし情報検出装置においては、ドットパターンと同じ波の方向と波長を持つ、ドットパターンと同数の二次元ウェーブレットフィルタを備える。そして、透かし入り画像中の任意の領域と複数の二次元ウェーブレットフィルタとのコンボリューションを計算し、コンボリューションが最大となる二次元ウェーブレットフィルタに対応するドットパターンがその領域に埋め込まれていると判断する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 透かし画像埋め込み装置において、文書データを基にして、文書画像をページごとに作成する文書画像形成部と、透かし画像を作成する透かし画像形成部と、前記文書画像と前記透かし画像を重ね合わせて透かし入り文書画像を作成する透かし入り画像合成部と、を備え、前記透かし画像は、複数種類のドットパターンが規則正しく配置され、その中の少なくとも一種類のドットパターンは特定の機密を表す機密情報が与えられることを特徴とする、透かし情報埋め込み装置。

【請求項 2】 ドットの配列によって波の方向及び／又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つの前記ドットパターンに対して1つのシンボルを与え、前記ドットパターンを組み合わせることで配置することにより、前記機密情報が与えられることを特徴とする、請求項 1 に記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項 3】 前記シンボルは、前記機密情報の一部を成す有効なシンボルと、前記機密情報とは無関係の無効なシンボルとからなることを特徴とする、請求項 2 に記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項 4】 ドットの配列によって波の方向及び／又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つの前記ドットパターンの配置の組み合わせに対して1つのシンボルを与え、前記ドットパターンの配置の組み合わせを組み合わせることで配置することにより、前記機密情報が与えられることを特徴とする、請求項 1 に記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項 5】 さらに、前記透かし入り文書画像を紙に出力する出力デバイスを備え、前記機密情報は、前記出力デバイスが出力する紙上の任意の範囲内に繰り返し埋め込まれることを特徴とする、請求項 1、2、3 または 4 のいずれかに記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項 6】 さらに、前記透かし入り文書画像を紙に出力する出力デバイスを備え、前記機密情報は、前記出力デバイスが出力する紙上の一部または全面に繰り返し埋め込まれることを特徴とする、請求項 1、2、3 または 4 のいずれかに記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項 7】 透かし画像検出装置において、文書画像と複数種類のドットパターンが埋め込まれた透かし画像とが重ね合わされて作成された透かし入り文書画像から、前記透かし画像を検出する透かし検出部を備え、前記透かし検出部は、透かし画像と同じ複数種類のドットパターンを抽出するフィルタを備え、前記透かし入り文書画像に対し、マッチングを行うことにより、前記透かし画像を検出することを特徴とする、透かし画像検出装置。

【請求項 8】 さらに、紙に印刷された透かし入り文書画像を読み取る入力デバイスを備え、前記透かし検出部は、前記入力デバイスで読み取った透かし入り文書画像に対し、マッチングを行うことにより、前記透かし画像

を検出することを特徴とする、請求項 7 に記載の透かし画像検出装置。

【請求項 9】 前記透かし画像は、ドットの配列によって波の方向及び／又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つの前記ドットパターンに対して1つのシンボルを与え、前記ドットパターンを組み合わせることで配置することにより、機密情報が与えられたものであり、前記フィルタは、前記ドットパターンと同じ波の方向と波長を持つ、前記ドットパターンと同数の二次元ウェーブレットフィルタからなることを特徴とする、請求項 7 または 8 に記載の透かし画像検出装置。

【請求項 10】 前記透かし入り画像中の任意の領域と前記複数の二次元ウェーブレットフィルタとのコンボリューションを計算し、コンボリューションが最大となる前記二次元ウェーブレットフィルタに対応する前記ドットパターンが前記領域に埋め込まれていると判断することを特徴とする、請求項 9 に記載の透かし情報検出装置。

【請求項 11】 前記透かし入り画像中の任意の領域と任意の前記二次元ウェーブレットフィルタとのコンボリューションが一定の閾値を超えた場合、前記領域には該二次元ウェーブレットフィルタに対応する前記ドットパターンが埋め込まれていると判断することを特徴とする、請求項 9 に記載の透かし情報検出装置。

【請求項 12】 前記機密情報は、前記入力デバイスに入力される紙上の任意の範囲内または全面に繰り返し埋め込まれており、前記透かし入り画像中において同じ符号ビットに対応する位置におけるすべての信号検出フィルタとのコンボリューションを前記複数の二次元ウェーブレットフィルタごとに埋め込み時の繰り返し回数と同じだけ加算し、その加算値が最も大きい前記二次元ウェーブレットフィルタに対応する前記ドットパターンが埋め込まれているものと判断することを特徴とする、請求項 9 に記載の透かし情報検出装置。

【請求項 13】 前記二次元ウェーブレットフィルタは、ガボールフィルタであることを特徴とする、請求項 9、10、11 または 12 のいずれかに記載の透かし情報検出装置。

【請求項 14】 前記複数種類のドットパターンをどのような埋め込みパターンで配置するかを選択するパターン判定部をさらに備えたことを特徴とする、請求項 1、2 または 3 のいずれかに記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項 15】 前記パターン判定部は、前記ドットパターンの埋め込みパターンを 2 以上変更して前記ドットパターンの仮配置を行い、前記文書画像と前記透かし画像とを重ね合わせても検出が可能な前記ドットパターンの数（有効ドットパターン数）に応じて、前記埋め込みパターンを選択することを特徴とする、請求項 14 に記載の透かし情報埋め込み装置。

10

20

30

40

50

【請求項 16】 前記パターン判定部は、前記仮配置を行った 2 以上の各埋め込みパターンについて、前記各ドットパターンの前記有効ドットパターン数の分散を算出し、分散が最も小さい前記埋め込みパターンを選択することを特徴とする、請求項 15 に記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項 17】 前記パターン判定部が選択した前記埋め込みパターンに関する情報は、前記透かし入り文書画像にヘッダ情報として埋め込まれることを特徴とする、請求項 14、15 または 16 のいずれかに記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項 18】 前記パターン判定部が選択した前記埋め込みパターンに関する情報は、暗号化されて前記透かし入り文書画像にヘッダ情報として埋め込まれることを特徴とする、請求項 17 に記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項 19】 前記パターン判定部は、前記文書画像を領域分割し、各分割領域ごとに最適な前記埋め込みパターンを選択することを特徴とする、請求項 14、15、16、17 または 18 のいずれかに記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項 20】 前記パターン判定部は、前記文書画像に対して特性認識処理を行い、前記文書画像の特性に応じた領域分割を行うことを特徴とする、請求項 19 に記載の透かし情報埋め込み装置。

【請求項 21】 前記パターン判定部は、前記文書画像に対する特性認識処理の結果、前記ドットパターンを実質的に配置できない分割領域には、前記ドットパターンの配置を行わず、前記ドットパターンの配置を行わない分割領域に関する情報は、前記透かし入り文書画像にヘッダ情報として埋め込まれることを特徴とする、請求項 20 に記載の透かし情報埋め込み装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、文書画像に対して文字以外の形式で秘密情報を付加する方法と、印刷された秘密情報入り文書から秘密情報を検出する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 画像や文書データなどにコピー・偽造防止のための情報や機密情報を人の目には見えない形で埋め込む「電子透かし」は、保存やデータの受け渡しがすべて電子媒体上で行われることを前提としており、透かしによって埋め込まれている情報の劣化や消失がないため確実に情報検出を行うことができる。これと同様に、紙媒体に印刷された文書に対しても、文書が不正に改ざんされたりコピーされることを防ぐために、文字以外の視覚的に目障りではない形式でかつ容易に改ざんが不可能であるような秘密情報を印刷文書に埋め込む方法が必要となっている。

【0003】 印刷物として最も広く利用される白黒の二値の文書に対する情報埋め込み方法としては、以下のような技術が知られている。

【0004】 [1] 特開 2001-78006 「白黒 2 値文書画像への透かし情報埋め込み・検出方法及びその装置」

任意の文字列を囲む最小矩形をいくつかのブロックに分割し、それらを 2 つのグループ（グループ 1、グループ 2）に分ける（グループの数は 3 つ以上でも良い）。例えば信号が 1 の場合はグループ 1 のブロック中の特徴量を増やしグループ 2 の各ブロック中の特徴量を減らす。信号が 0 の場合は逆の操作を行う。ブロック中の特徴量は、文字領域の画素数や文字の太さ、ブロックを垂直にスキャンして最初に文字領域にぶつかる点までの距離などである。

【0005】 [2] 特開 2001-53954 「情報埋め込み装置、情報読み出し装置、電子透かしシステム、情報埋め込み方法、情報読み出し方法及び記録媒体」

1 つの文字を囲む最小矩形の幅と高さをその文字に対する特徴量として定め、2 つ以上の文字間での特徴量の大小関係の分類パターンによりシンボルを表わすものとする。例えば 3 つの文字からは 6 つの特徴量が定義でき、これらの大小関係のパターンの組合わせを列挙し、これらの組合わせを 2 つのグループに分類し、それぞれにシンボルを与える。埋め込む情報が「0」であって、これを表わすために選択された文字の特徴量の組合わせパターンが「1」であった場合、6 つの特徴量のうちいずれかを文字領域を膨らませるなどして変化させる。変化させるパターンは変化量が最小となるように選択する。

【0006】 [3] 特開平 9-179494 「機密情報記録方法」

400dpi 以上のプリンタで印刷されることを想定する。情報を数値化し、基準点マークと位置判別マークとの距離（ドット数）により情報の表現を行う。

【0007】 [4] 特願平 10-200743 「文書処理装置」

万線スクリーン（細かい平行線で構成された特殊スクリーン）のスクリーン線を後方に移動させるかどうかにより情報を表現する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記公知技術 [1]、[2] では、文書画像の文字を構成する画素や文字間隔・行間隔に対する変更を伴うためフォントやレイアウトの変更が発生する。加えて、上記公知技術 [3]、[4] においても、検出時には、スキャナ等の入力機器から読み取った入力画像の 1 画素単位の精密な検出処理が必要となるため、紙面の汚れや印刷時や読み取り時に雑音が付加された場合などには情報検出精度に大きな影響を与える。

【0009】 このように、上記公知技術 [1] ～ [4]

では、印刷された文書をスキャナなどの入力装置によって再びコンピュータに入力して埋め込まれた秘密情報を検出する場合に、印刷書類の汚れや入力の際に発生する回転などの画像変形が原因で、入力画像に多くの雑音成分が含まれるため、正確に秘密情報を取り出すことが困難であるという問題点があった。

【0010】本発明は、従来の透かし情報埋め込み／検出技術が有する上記問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、正確に秘密情報を取り出すことの可能な、新規かつ改良された透かし情報埋め込み装置、及び、透かし情報検出装置を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため、本発明の第1の観点によれば、透かし情報埋め込み装置が提供される。本発明の透かし情報埋め込み装置は、文書データを基にして、文書画像をページごとに作成する文書画像形成部と、透かし画像を作成する透かし画像形成部と、前記文書画像と前記透かし画像を重ね合わせて透かし入り文書画像を作成する透かし入り画像合成部とを備えている。

【0012】そして、前記透かし画像は、複数種類のドットパターンが規則正しく配置され、その中の少なくとも一種類のドットパターンは特定の機密を表す機密情報と与えられることを特徴としている。

【0013】また、ドットの配列によって波の方向及び／又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つの前記ドットパターンに対して1つのシンボルを与え、前記ドットパターンを組み合わせることで配置することにより、前記機密情報が与えられるように構成してもよい。

【0014】前記シンボルは、前記機密情報の一部を成す有効なシンボルと、前記機密情報とは無関係の無効なシンボルとからなるように構成してもよい。

【0015】あるいは、ドットの配列によって波の方向及び／又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つの前記ドットパターンの配置の組み合わせに対して1つのシンボルを与え、前記ドットパターンの配置の組み合わせを組み合わせることで配置することにより、前記機密情報が与えられるようにすることも可能である。

【0016】さらに、前記透かし入り文書画像を紙に出力する出力デバイスを備え、前記機密情報は、前記出力デバイスが出力する紙上の任意の範囲内に、あるいは全面に、繰り返し埋め込むようにしてもよい。

【0017】上記課題を解決するため、本発明の第2の観点によれば、透かし情報検出装置が提供される。本発明の透かし情報検出装置は、文書画像と複数種類のドットパターンが埋め込まれた透かし画像とが重ね合わされて作成された透かし入り文書画像から、前記透かし画像を検出する透かし検出部を備えている。

【0018】そして、前記透かし検出部は、透かし画像

と同じ複数種類のドットパターンを抽出するフィルタを備え、前記透かし入り文書画像に対し、マッチングを行うことにより、前記透かし画像を検出することを特徴としている。

【0019】さらに、紙に印刷された透かし入り文書画像を読み取る入力デバイスを備え、前記透かし検出部は、前記入力デバイスで読み取った透かし入り文書画像に対し、マッチングを行うことにより、前記透かし画像を検出するようにしてもよい。

【0020】また、前記透かし画像は、ドットの配列によって波の方向及び／又は波長を変化させたドットパターンを複数用意し、1つの前記ドットパターンに対して1つのシンボルを与え、前記ドットパターンを組み合わせることで配置することにより、機密情報が与えられたものであり、前記フィルタは、前記ドットパターンと同じ波の方向と波長を持つ、前記ドットパターンと同数の二次元ウェーブレットフィルタからなるように構成してもよい。二次元ウェーブレットフィルタの一例として、ガボールフィルタを用いることができる。

【0021】かかる場合、前記透かし入り画像中の任意の領域と前記複数の二次元ウェーブレットフィルタとのコンボリューション（たたみこみ積分）を計算し、コンボリューションが最大となる前記二次元ウェーブレットフィルタに対応する前記ドットパターンが前記領域に埋め込まれていると判断することが可能である。

【0022】また、前記透かし入り画像中の任意の領域と任意の前記二次元ウェーブレットフィルタとのコンボリューションが一定の閾値を超えた場合、前記領域には該二次元ウェーブレットフィルタに対応する前記ドットパターンが埋め込まれていると判断することも可能である。

【0023】また、前記機密情報が、前記入力デバイスに入力される紙上の任意の範囲内または全面に繰り返し埋め込まれている場合には、前記透かし入り画像中において同じ符号ビットに対応する位置におけるすべての信号検出フィルタとのコンボリューションを前記複数の二次元ウェーブレットフィルタごとに埋め込み時の繰り返し回数と同じだけ加算し、その加算値が最も大きい前記二次元ウェーブレットフィルタに対応する前記ドットパターンが埋め込まれているものと判断することが可能である。

【0024】また、本発明の他の観点によれば、上記の透かし情報埋め込み装置の応用例として、以下の透かし情報埋め込み装置が提供される。この透かし埋め込み装置は、上記透かし情報埋め込み装置の構成要素に加え、さらに、前記複数種類のドットパターンをどのような埋め込みパターンで配置するかを選択するパターン判定部を備えたことを特徴とする。

【0025】前記パターン判定部は、実際に前記ドットパターンを配置する前に、前記ドットパターンの埋め込

みパターンをいくつか（例えば、2以上）変更して前記ドットパターンの仮配置を行い、前記文書画像と前記透かし画像とを重ね合わせても検出が可能な前記ドットパターンの数（以下、有効ドットパターン数と称する）に応じて、前記埋め込みパターンを選択することが可能である。

【0026】より具体的には、前記仮配置を行った各埋め込みパターンについて、前記各ドットパターンの前記有効ドットパターン数の分散を算出し、分散が最も小さい前記埋め込みパターンを選択することが可能である。10
なお、分散の代わりに標準偏差を算出し、標準偏差が最も小さい前記埋め込みパターンを選択することも可能である。

【0027】前記パターン判定部が選択した前記埋め込みパターンに関する情報は、前記透かし入り文書画像にヘッダ情報として埋め込むことが可能である。この際、その埋め込みパターンに関する情報を第三者に秘密にするために暗号化するようにすれば、埋め込みパターンを知っている者だけが埋め込まれた透かし情報を復元することが可能である。20

【0028】前記文書画像を領域分割し、各分割領域ごとに最適な前記埋め込みパターンを選択することも可能である。領域分割の一例として、前記文書画像に対して、OCR（Optical Character Reader：光学式文字読み取り装置）を用いて文字や表などの解析処理（特性認識処理）を行い、前記文書画像の特性に応じた領域分割を行うことが可能である。

【0029】文書画像に対する特性認識処理の結果、ドットパターン（透かし情報）を実質的にほとんど埋め込まない領域（例えば、図の領域）があることが分かる場合がある。このような分割領域には、前記ドットパターンの配置を行わないことも可能である。そして、前記ドットパターンの配置を行わない分割領域に関する情報を、前記透かし入り文書画像にヘッダ情報として埋め込むようにすれば、透かし情報の検出時に、その分割領域からは透かし情報の検出を行わずに済み、検出効率の向上を図ることができる。

【0030】

【発明の実施の形態】以下に添付図面を参照しながら、本発明にかかる透かし情報埋め込み装置、及び、透かし情報検出装置の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【0031】（第1の実施の形態）図1は、本実施の形態にかかる透かし情報埋め込み装置及び透かし情報検出装置の構成を示す説明図である。

【0032】（透かし情報埋め込み装置10）透かし情報埋め込み装置10は、文書データと文書に埋め込む機密情報をもとに文書画像を構成し、紙媒体に印刷を行う 40

装置である。透かし情報埋め込み装置10は、図1に示したように、文書画像形成部11と、透かし画像形成部12と、透かし入り文書画像合成部13と、出力デバイス14とにより構成されている。文書データ15は文書作成ツール等により作成されたデータである。機密情報16は紙媒体に文字以外の形式で埋め込む情報（文字列や画像、音声データ）などである。

【0033】文書画像形成部11では、文書データ15を紙面に印刷した状態の画像が作成される。具体的には、文書画像中の白画素領域は何も印刷されない部分であり、黒画素領域は黒の塗料が塗布される部分である。なお、本実施の形態では、白い紙面に黒のインク（単色）で印刷を行うことを前提として説明するが、本発明はこれに限定されず、カラー（多色）で印刷を行う場合であっても、同様に本発明を適用可能である。

【0034】透かし画像形成部12は、機密情報16をデジタル化して数値に変換したものをN元符号化（Nは2以上）し、符号語の各シンボルをあらかじめ用意した信号に割り当てる。信号は任意の大きさの矩形領域中にドットを配列することにより任意の方向と波長を持つ波を表現し、波の方向や波長に対してシンボルを割り当てたものである。透かし画像は、これらの信号がある規則に従って画像上に配置されたものである。

【0035】透かし入り文書画像合成部13は、文書画像と透かし画像を重ね合わせて透かし入りの文書画像を作成する。また、出力デバイス14は、プリンタなどの出力装置であり、透かし入り文書画像を紙媒体に印刷する。したがって、文書画像形成部11、透かし画像形成部12、透かし入り文書画像合成部13はプリンタドライバの中の一つの機能として実現されていても良い。

【0036】印刷文書20は、元の文書データ15に対して機密情報16を埋め込んで印刷されたものであり、物理的に保管・管理される。

【0037】（透かし情報検出装置30）透かし情報検出装置30は、紙媒体に印刷されている文書を画像として取り込み、埋め込まれている機密情報を復元する装置である。透かし情報検出装置30は、図1に示したように、入力デバイス31と、透かし検出部32とにより構成されている。

【0038】入力デバイス31は、スキャナなどの入力装置であり、紙に印刷された文書20を多値階調のグレイ画像として計算機に取り込む。また、透かし検出部32は、入力画像に対してフィルタ処理を行い、埋め込まれた信号を検出する。検出された信号からシンボルを復元し、埋め込まれた機密情報を取り出す。

【0039】以上のように構成される透かし情報埋め込み装置10及び透かし情報検出装置30の動作について説明する。まず、図1～図11を参照しながら、透かし情報埋め込み装置10の動作について説明する。

【0040】（文書画像形成部11）文書データ15は

フォント情報やレイアウト情報を含むデータであり、ワープロソフト等で作成されるものとする。文書画像形成部11は、この文書データ15を基に、文書が紙に印刷された状態の画像をページごとに作成する。この文書画像は白黒の二値画像であり、画像上で白い画素（値が1の画素）は背景であり、黒い画素（値が0の画素）は文字領域（インクが塗布される領域）であるものとする。

【0041】透かし画像形成部12は機密情報16は文字、音声、画像などの各種データであり、透かし画像形成部ではこの情報から文書画像の背景として重ね合わせる透かし画像を作成する。

【0042】図2は、透かし画像形成部12の処理の流れを示す流れ図である。まず、機密情報16をN元符号に変換する（ステップS101）。Nは任意であるが、本実施の形態では説明を容易にするため $N=2$ とする。従って、ステップS101で生成される符号は2元符号であり、0と1のビット列で表現されるものとする。このステップS101ではデータをそのまま符号化しても良いし、データを暗号化したものを符号化しても良い。

【0043】次いで、符号語の各シンボルに対して透かし信号を割り当てる（ステップS102）。透かし信号とはドット（黒画素）の配列によって任意の波長と方向を持つ波を表現したものである。透かし信号については、さらに後述する。

【0044】さらに、符号化されたデータのビット列に対応する信号ユニットを透かし画像上に配置する（ステップS103）。

【0045】上記ステップS102において、符号語の各シンボルに対して割り当てる透かし信号について説明する。図3は透かし信号の一例を示す説明図である。

【0046】透かし信号の幅と高さをそれぞれ S_w 、 S_h とする。 S_w と S_h は異なっても良いが、本実施の形態では説明を容易にするため $S_w=S_h$ とする。長さの単位は画素数であり、図3の例では $S_w=S_h=12$ である。これらの信号が紙面に印刷されたときの大きさは、透かし画像の解像度に依存しており、例えば透かし画像が600dpi（dot per inch：解像度の単位であり、1インチ当たりのドット数）の画像であるとしたならば、図3の透かし信号の幅と高さは、印刷文書上で $12/600=0.02$ （インチ）となる。

【0047】以下、幅と高さが S_w 、 S_h の矩形を1つの信号の単位として「信号ユニット」と称する。図3

(1)は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(3)$ （ \arctan は \tan の逆関数）の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(-1/3)$ である。以下、この信号ユニットをユニットAと称する。図3(2)はドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(-3)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(1/3)$ である。以下、この信号ユニットをユ

ニットBと称する。

【0048】図4は、図3(1)の画素値の変化を $\arctan(1/3)$ の方向から見た断面図である。図4において、ドットが配列されている部分が波の最小値の腹（振幅が最大となる点）となり、ドットが配列されていない部分は波の最大値の腹となっている。

【0049】また、ドットが密に配列されている領域はそれぞれ1ユニットの中に2つ存在するため、この例では1ユニットあたりの周波数は2となる。波の伝播方向はドットが密に配列されている方向に垂直となるため、ユニットAの波は水平方向に対して $\arctan(-1/3)$ 、ユニットBの波は $\arctan(1/3)$ となる。なお、 $\arctan(a)$ の方向と $\arctan(b)$ の方向が垂直のとき、 $a \times b = -1$ である。

【0050】本実施の形態では、ユニットAで表現される透かし信号にシンボル0を割り当て、ユニットBで表現される透かし信号にシンボル1を割り当てる。また、これらをシンボルユニットと称する。

【0051】透かし信号には図3(1)、(2)で示されるもの以外にも、例えば図5(3)～(5)で示されるようなドット配列が考えられる。図5(3)は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(1/3)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(-3)$ である。以下、この信号ユニットをユニットCと称する。図5(4)は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(-1/3)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(3)$ である。以下、この信号ユニットをユニットDと称する。図5(5)は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(1)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(-1)$ である。なお、図5(5)は、ドット間の距離が水平軸に対して $\arctan(-1)$ の方向に密であり、波の伝搬方向は $\arctan(1)$ であるとも考えることもできる。以下、この信号ユニットをユニットEと称する。

【0052】このようにして、先に割り当てた組み合わせ以外にも、シンボル0とシンボル1を割り当てるユニットの組み合わせのパターンが複数考えられるため、どの透かし信号がどのシンボルに割り当てられているかを秘密にして第三者（不正者）が埋め込まれた信号を簡単に解読できないようにすることもできる。

【0053】さらに、図2に示したステップS102で、機密情報を4元符号で符号化した場合には、例えば、ユニットAに符号語のシンボル0を、ユニットBにシンボル1を、ユニットCにシンボル2を、ユニットDにシンボル3を割り当てることも可能である。

【0054】図3、図5に示した透かし信号の一例においては、1ユニット中のドットの数すべて等しくしているため、これらのユニットを隙間なく並べることで、透かし画像の見かけの濃度が均一となる。したがって印刷された紙面上では、単一の濃度を持つグレー画像

が背景として埋め込まれているように見える。

【0055】このような効果を出すために、例えば、ユニットEを背景ユニット（シンボルが割り当てられていない信号ユニット）と定義し、これを隙間なく並べて透かし画像の背景とし、シンボルユニット（ユニットA、ユニットB）を透かし画像に埋め込む場合は、埋め込むとする位置の背景ユニット（ユニットE）とシンボルユニット（ユニットA、ユニットB）とを入れ替える。

【0056】図6（1）はユニットEを背景ユニットと定義し、これを隙間なく並べて透かし画像の背景とした場合を示す説明図である。図6（2）は図6（1）の背景画像の中にユニットAを埋め込んだ一例を示し、図6（3）は図6（1）の背景画像の中にユニットBを埋め込んだ一例を示している。本実施の形態では、背景ユニットを透かし画像の背景とする方法について説明するが、シンボルユニットのみを配置することによって透かし画像を生成しても良い。

【0057】次いで、符号語の1シンボルを透かし画像に埋め込む方法について、図7を参照しながら説明する。

【0058】図7は、透かし画像へのシンボル埋め込み方法の一例を示す説明図である。ここでは、例として「0101」というビット列を埋め込む場合について説明する。

【0059】図7（1）、（2）に示すように、同じシンボルユニットを繰り返し埋め込む。これは文書中の文字が埋め込んだシンボルユニットの上に重なった場合、信号検出時に検出されなくなることを防ぐためであり、シンボルユニットの繰り返し数と配置のパターン（以下、ユニットパターンと称する。）は任意である。

【0060】すなわち、ユニットパターンの一例として、図7（1）のように繰り返し数を4（1つのユニットパターン中に4つのシンボルユニットが存在する）にしたり、図7（2）のように繰り返し数を2（1つのユニットパターン中に2つのシンボルユニットが存在する）にしたりすることができ、あるいは、繰り返し数を1（1つのユニットパターン中には1つのシンボルユニットだけが存在する）としてもよい。

【0061】また、図7（1）、（2）は1つのシンボルユニットに対して1つのシンボルが与えられているが、図7（3）のようにシンボルユニットの配置パター

ンに対してシンボルを与えても良い。

【0062】1ページ分の透かし画像の中に何ビットの情報量を埋め込むことができるかは、信号ユニットの大きさ、ユニットパターンの大きさ、文書画像の大きさに依存する。文書画像の水平方向と垂直方向にいくつの信号を埋め込んだかは、既知として信号検出を行っても良いし、入力装置から入力された画像の大きさと信号ユニットの大きさから逆算しても良い。

【0063】1ページ分の透かし画像の水平方向にPw個、垂直方向にPh個のユニットパターンが埋め込めるとすると、画像中の任意の位置のユニットパターンをU(x, y), x=1~Pw, y=1~Phと表現し、U(x, y)を「ユニットパターン行列」と称することにする。また、1ページに埋め込むことができるビット数を「埋め込みビット数」と称する。埋め込みビット数はPw×Phである。

【0064】図8は、機密情報を透かし画像に埋め込む方法について示した流れ図である。ここでは1枚（1ページ分）の透かし画像に、同じ情報を繰り返し埋め込む場合について説明する。同じ情報を繰り返し埋め込むことにより、透かし画像と文書画像を重ね合わせたときに1つのユニットパターン全体が塗りつぶされるなどして埋め込み情報が消失するような場合でも、埋め込んだ情報を取り出すことを可能とするためである。

【0065】まず、機密情報16をN元符号に変換する（ステップS201）。図2のステップS101と同様である。以下では、符号化されたデータをデータ符号と称し、ユニットパターンの組合わせによりデータ符号を表現したものをデータ符号ユニットDuと称する。

【0066】次いで、データ符号の符号長（ここではビット数）と埋め込みビット数から、1枚の画像にデータ符号ユニットを何度繰り返し埋め込むことができるかを計算する（ステップS202）。本実施の形態ではデータ符号の符号長データをユニットパターン行列の第1行に挿入するものとする。データ符号の符号長を固定長として符号長データは透かし画像には埋め込まないようにしても良い。

【0067】データ符号ユニットを埋め込む回数Dnは、データ符号長をCnとして以下の式で計算される。

【0068】

【数1】

$$Dn = \left\lfloor \frac{Pw \times (Ph - 1)}{Cn} \right\rfloor$$

$\lfloor A \rfloor$ はAを超えない最大の整数

【0069】ここで剰余をRn（Rn=Cn-（Pw×（Ph-1）））とすると、ユニットパターン行列にはDn回のデータ符号ユニットおよびデータ符号の先頭R

nビット分に相当するユニットパターンを埋め込むことになる。ただし、剰余部分のRnビットは必ずしも埋め込まなくても良い。

【0070】図9の説明では、ユニットパターン行列のサイズを9×11（11行9列）、データ符号長を12（図中で0～11の番号がついたものがデータ符号の各符号語を表わす）とする。

【0071】次いで、ユニットパターン行列の第1行目に符号長データを埋め込む（ステップS203）。図9の例では符号長を9ビットのデータで表現して1度だけ埋め込んでいる例を説明しているが、ユニットパターン行列の幅Pwが十分大きい場合、データ符号と同様に符号長データを繰り返し埋め込むこともできる。

【0072】さらに、ユニットパターン行列の第2行以降に、データ符号ユニットを繰り返し埋め込む（ステップS204）。図9で示すようにデータ符号のMSB（most significant bit）またはLSB（least significant bit）から順に行方向に埋め込む。図9の例ではデータ符号ユニットを7回、およびデータ符号の先頭6ビットを埋め込んでいる例を示している。

【0073】データの埋め込み方法は図9のように行方向に連続になるように埋め込んでも良いし、列方向に連続になるように埋め込んでも良い。

【0074】以上、透かし画像形成部12における、透かし画像について説明した。次いで、透かし情報埋め込み装置10の透かし入り文書画像合成部13について説明する。

【0075】（透かし入り文書画像合成部13）透かし入り文書画像合成部13では、文書画像形成部11で作成した文書画像と、透かし画像形成部で作成した透かし画像を重ね合わせる。透かし入り文書画像の各画素の値は、文書画像と透かし画像の対応する画素値の論理積演算（AND）によって計算する。すなわち、文書画像と透かし画像のどちらかが0（黒）であれば、透かし入り文書画像の画素値は0（黒）、それ以外は1（白）とな

$$Pw = \frac{W}{Sw \times Uw}, Ph = \frac{H}{Sh \times Uh}$$

【0081】ただし、透かし情報埋め込み装置10と透かし情報検出装置30で解像度が異なる場合には、それらの解像度の比によって入力画像中の信号ユニットの大きさを正規化した後、上記の計算を行う。

【0082】次いで、ステップS302で計算したユニットパターン数をもとに入力画像に対してユニットパターンの区切り位置を設定する（ステップS303）。図13は入力画像（図13（1））と、ユニットパターンの区切り位置を設定した後の入力画像（図13（2））の一例を示している。

【0083】次いで、ユニットパターンの区切りごとにシンボルユニットの検出を行い、ユニットパターン行列を復元する（ステップS304）。以下に、信号検出の

る。

【0076】図10は、透かし入り文書画像の一例を示す説明図である。図11は、図10の一部を拡大して示した説明図である。ここで、ユニットパターンは図7

（1）のパターンを用いている。透かし入り文書画像は、出力デバイス14により出力される。

【0077】以上、透かし情報埋め込み装置10の動作について説明した。次いで、図1、及び、図12～図20を参照しながら、透かし情報検出装置30の動作について説明する。

【0078】（透かし検出部32）図12は、透かし検出部32の処理の流れを示す流れ図である。まず、スキャナなどの入力デバイス31によって透かし入り文書画像を計算機のメモリ等に入力する（ステップS301）。この画像を入力画像と称する。入力画像は多値画像であり、以下では256階調のグレイ画像として説明する。また入力画像の解像度（入力デバイス31で読み込むときの解像度）は、上記透かし情報埋め込み装置10で作成した透かし入り文書画像と異なっても良いが、ここでは上記透かし情報埋め込み装置10で作成した画像と同じ解像度であるとして説明する。また、入力画像は回転や伸縮などの補正が行われているものとする。

【0079】次いで、入力画像の大きさと信号ユニットの大きさから、ユニットパターンがいくつ埋め込まれているかを計算する（ステップS302）。例えば入力画像の大きさがW（幅）×H（高さ）であるとして、信号ユニットの大きさをSw×Sh、ユニットパターンはUw×Uh個のユニットから構成されたとすると、入力画像中に埋め込まれているユニットパターンの数（N=Pw×Ph）は以下のように計算される。

【0080】

【数2】

詳細を説明する。

【0084】図14は、入力画像中における、図3（1）に示したユニットAに対応する領域の一例を示した説明図である。図3では信号ユニットは二値画像であるが、ここでは多値画像である。二値画像を印刷した場合、インクのにじみなどが原因で濃淡が連続的に変化するため、図14のようにドットの周囲が白と黒の間色になる。したがって図14を波の伝播方向と平行な方向から見た断面図は図15のようになる。図4が矩形波であるのに対し、図15は滑らかな波となる。

【0085】また、実際には紙の厚さの局所的な変化や、印刷文書の汚れ、出力デバイスや画像入力デバイスの不安定性などの要因により、入力画像中には多くの雑

音成分が付加されることになるが、ここでは雑音成分のない場合について説明する。しかしながら、ここで説明する方法を用いれば、雑音成分が付加された画像に対しても安定した信号検出を行うことができる。

【0086】以下では入力画像から信号ユニットを検出するために、波の周波数と方向、および影響範囲を同時に定義できる二次元ウェーブレットフィルタを用いる。以下では、二次元ウェーブレットフィルタの一つであるガボールフィルタを用いる例を示すが、ガボールフィルタと同様な性質を持つフィルタであれば、必ずしもガボ

$$G(x, y) = \exp \left[-\pi \left\{ \frac{(x-x_0)^2}{A^2} + \frac{(y-y_0)^2}{B^2} \right\} \right] \times \exp \left[-2\pi i \{ \mu(x-x_0) + \nu(y-y_0) \} \right]$$

i : 虚数単位

$x = 0 \sim gw-1, y = 0 \sim gh-1, x_0 = gw/2, y_0 = gh/2$

A : 水平方向の影響範囲, B : 垂直方向の影響範囲

$\tan^{-1}(\mu/\nu)$: 波の方向, $\sqrt{\mu^2 + \nu^2}$: 周波数

【0089】信号検出には透かし画像に埋め込んだシンボルユニットと周波数、波の方向、および大きさが等しいガボールフィルタを、埋め込んだ信号ユニットの種類と同じ数だけ用意する。ここでは図3のユニットAとユニットBに対応するガボールフィルタをフィルタA、フィルタBと称する。

【0090】入力画像中の任意の位置でのフィルタ出力値はフィルタと画像間のコンボリューションにより計算する。ガボールフィルタの場合は実数フィルタと虚数フィルタ（虚数フィルタは実数フィルタと半波長分位相がずれたフィルタ）が存在するため、それらの2乗平均値をフィルタ出力値とする。例えば、フィルタAの実数フィルタと画像間のコンボリューションが Rc 、虚数フィルタとのコンボリューションが Ic であったとすると、出力値 $F(A)$ は以下の式で計算する。

【0091】

【数4】

$$F(A) = \sqrt{Rc^2 + Ic^2}$$

【0092】図16は、ステップS303によって区切られたユニットパターン $U(x, y)$ 中に埋め込まれているシンボルユニットがユニットAであるかユニットBであるかを判定する方法について説明する説明図である。

【0093】ユニットパターン $U(x, y)$ に対するシンボル判定ステップを以下のように行う。

(1) フィルタAの位置を移動しながら、ユニットパターン $U(x, y)$ 中のすべての位置について $F(A)$ を計算した結果の最大値をユニットパターン $U(x, y)$ に対するフィルタAの出力値とし、これを $Fu(A, x, y)$ とする。

ールフィルタである必要はなく、さらには信号ユニットと同じドットパターンを持つテンプレートを定義してパターンマッチングを行うなどの方法でも良い。

【0087】以下にガボールフィルタ $G(x, y)$ 、 $x = 0 \sim gw-1, y = 0 \sim gh-1$ を示す。 gw, gh はフィルタのサイズであり、ここでは上記透かし情報埋め込み装置10で埋め込んだ信号ユニットと同じ大きさである。

【0088】

【数3】

(2) ユニットパターン $U(x, y)$ に対するフィルタBの出力値を(1)と同様に計算し、これを $Fu(B, x, y)$ とする。

(3) $Fu(A, x, y)$ と $Fu(B, x, y)$ を比較し、 $Fu(A, x, y) \geq Fu(B, x, y)$ であればユニットパターン $U(x, y)$ に埋め込まれているシンボルユニットはユニットAであると判定し、 $Fu(A, x, y) < Fu(B, x, y)$ であればユニットパターン $U(x, y)$ に埋め込まれているシンボルユニットはユニットBであると判定する。

【0094】(1)、(2)において、フィルタを移動するステップ幅は任意であり、ユニットパターン上の代表的な位置での出力値のみを計算してもよい。また、

(3)で $Fu(A, x, y)$ と $Fu(B, x, y)$ の差の絶対値があらかじめ定めておいた閾値以下であった場合には判定不能としてもよい。

【0095】また(1)において、フィルタをずらしながらコンボリューションを計算する過程で、 $F(A)$ の最大値があらかじめ定めた閾値を超えた場合に、ただちに $U(x, y)$ に埋め込まれているシンボルユニットはユニットAであると判定して処理を中止しても良い。

(2)においても同様に、 $F(B)$ の最大値があらかじめ定めた閾値を超えた場合に、ただちに $U(x, y)$ に埋め込まれているシンボルユニットはユニットBであると判定しても良い。

【0096】以上、信号検出(ステップS304)の詳細について説明した。再び、図12の流れ図に戻り、以降のステップS305について説明する。ステップS305では、ユニットパターン行列のシンボルを連結してデータ符号を再構成し、元の情報を復元する。

【0097】図17は情報復元の一例を示す説明図である。情報復元のステップは以下の通りである。

(1) 各ユニットパターンに埋め込まれているシンボル

を検出する(図17①)。

(2) シンボルを連結してデータ符号を復元する(図17②)。

(3) データ符号を復号して埋め込まれた情報を取り出す(図17③)。

【0098】図18～図20はデータ符号の復元方法の一例を示す説明図である。復元方法は基本的に図8の逆の処理となる。

【0099】まず、ユニットパターン行列の第1行から符号長データ部分を取り出して、埋め込まれたデータ符号の符号長を得る(ステップS401)。

【0100】次いで、ユニットパターン行列のサイズとS401で得たデータ符号の符号長をもとに、データ符号ユニットを埋め込んだ回数 D_n および剰余 R_n を計算する(ステップS402)。

【0101】次いで、ユニットパターン行列の2行目以降からステップS203と逆の方法でデータ符号ユニットを取り出す(ステップS403)。図19の例ではU(1, 2)(2行1列)から順に12個のパターンユニットごとに分解する(U(1, 2)～U(3, 3), U(4, 3)～U(6, 4), ...)。 $D_n=7$, $R_n=6$ であるため、12個のパターンユニット(データ符号ユニット)は7回取り出され、剰余として6個(データ符号ユニットの上位6個に相当する)のユニットパターン(U(4, 11)～U(9, 11))が取り出される。

【0102】次いで、ステップS403で取り出したデータ符号ユニットに対してビット確信度演算を行うことにより、埋め込んだデータ符号を再構成する(ステップS404)。以下、ビット確信度演算について説明する。

【0103】図20のようにユニットパターン行列の2行1列目から最初に取り出されたデータ符号ユニットを

$$\sum_{n=1}^{D_n} Df(A, M, n) \geq \sum_{n=1}^{D_n} Df(B, M, n)$$

【0107】の場合は1と判定し、それ以外の場合は0と判定する。ただし、 $N < R_n$ の場合は Df の加算は $n=1 \sim R_n+1$ までとなる。

【0108】ここではデータ符号を繰り返し埋め込む場合について説明したが、データを符号化する際に誤り訂正符号などを用いることにより、データ符号ユニットの繰り返しを行わないような方法も実現できる。

【0109】以上詳細に説明したように、本実施の形態によれば、以下のような優れた効果がある。

(1-1) ドットの配列の違いにより埋め込み情報を表現するため、元の文書のフォント、文字間や行間のビットに対する変更を伴わない。

$Du(1, 1) \sim Du(12, 1)$ とし、順次 $Du(1, 2) \sim Du(12, 2)$, ... と表記する。また、剰余部分は $Du(1, 8) \sim Du(6, 8)$ とする。ビット確信度演算は各データ符号ユニットの要素ごとに多数決を取るなどして、データ符号の各シンボルの値を決定することである。これにより、文字領域との重なりや紙面の汚れなどが原因で、任意のデータ符号ユニット中の任意のユニットから正しく信号検出を行えなかった場合(ビット反転エラーなど)でも、最終的に正しくデータ符号を復元することができる。

【0104】具体的には例えばデータ符号の1ビット目は $Du(1, 1)$, $Du(1, 2)$, ..., $Du(1, 8)$ の信号検出結果が1である方が多い場合には1と判定し、0である方が多い場合には0と判定する。同様にデータ符号の2ビット目は $Du(2, 1)$, $Du(2, 2)$, ..., $Du(2, 8)$ の信号検出結果による多数決によって判定し、データ符号の12ビット目は $Du(12, 1)$, $Du(12, 2)$, ..., $Du(12, 7)$ ($Du(12, 8)$ は存在しないため $Du(12, 7)$ までとなる)の信号検出結果による多数決によって判定する。

【0105】ビット確信度演算は、図16の信号検出フィルタの出力値を加算することによっても行うこともできる。これは、例えば図3(1)のユニットAに0のシンボルが割り当てられ、図3(2)のユニットBに1のシンボルが割り当てられているものとし、 $Du(m, n)$ に対するフィルタAによる出力値の最大値を $Df(A, m, n)$, $Du(m, n)$ に対するフィルタBによる出力値の最大値を $Df(B, m, n)$ とすると、データ符号のMビット目は、

【0106】

【数5】

(1-2) シンボルを割り当てているドットパターンと、シンボルを割り当てていないドットパターンの濃度(一定区間内のドットの数)が等しいため、人の目には文書の背景に様な濃度の網掛けがされているように見え、情報の存在が目立たない。

(1-3) シンボルを割り当てているドットパターンと割り当てていないドットパターンを秘密にしておくことで、埋め込まれている情報の解読が困難となる。

(1-4) 情報を表わすパターンは細かいドットの集まりで、文書の背景として一面に埋め込まれているため、埋め込みアルゴリズムが公開されたとしても、印刷された文書に対する埋め込み情報の改ざんが困難となる。

(1-5) 波(濃淡変化)の方向の違いにより埋め込み信号を検出するため(1画素単位の詳細な検出を行わないので)、印刷文書に多少の汚れなどがあつた場合でも、安定した情報検出を行うことができる。

(1-6) 同じ情報を繰り返し埋め込み、検出時には繰り返し埋め込まれた情報のすべてを利用して情報復元を行うため、大きなフォントの文字によって信号部分が隠されたり、用紙が汚れていたりすることによる部分的な情報の欠落が発生しても、安定して埋め込んだ情報を取り出すことができる。

【0110】(第2の実施の形態)上記第1の実施の形態の文書出力部では、透かしとして印刷物に挿入するデータを誤り訂正符号などを用いて符号語(この符号語は暗号化されていてもよい)に変換する。例えば2元符号に変換した場合、0、1のビット列でデータが表現される。各シンボル(シンボル0、シンボル1)にはそれを表現するドットパターンが対応する。これが文書画像の背景として埋め込まれるが、1枚の紙に埋め込むことが可能な最大信号数に比べて符号語のビット数(ドットパターン配列の要素数)が小さい場合、ドットパターンの配列は、紙面上に繰り返し埋め込まれることになる。

【0111】透かし信号は文書画像の背景として埋め込まれるため、信号を表わすドットパターンの一部、または全部が文書画像の文字領域と重なっている場所からは、信号検出時にドットパターンを検出できない。上記第1の実施の形態で説明しているように、信号検出時において、符号語の各ビットが0であるか1であるかの判定は、各ビットに対応する位置から検出されたドットパターンがどちらであるかの多数決などの方法による。従って、ドットパターンの検出が不可能となる位置(文字領域と重なった領域)が符号語のあるビットに集中したような場合に、そのビットは、図21に示したように、判定不可能になる。符号語に誤り訂正符号を用いたとしても、判定不可能なビットが誤り訂正能力を超えた場合には情報を復元できない。

【0112】図22は、本実施の形態にかかる透かし情報埋め込み装置及び透かし情報検出装置の構成を示す説明図である。上記第1の実施の形態との相違点は、透かし情報埋め込み装置40に、埋め込みパターン判定部42が追加されたことである。埋め込みパターン判定部42は、紙面上にどのような順序で透かし信号を配置するかを決定する部分である。

【0113】その他の構成要素については、上記第1の実施の形態と同様であるため重複説明を省略することとし、本実施の形態の動作について、上記第1の実施の形態への追加事項を中心に説明する。

【0114】図23は、埋め込みパターン判定部42、および透かし画像形成部12の処理の流れを示している。破線で囲まれた領域(ステップS501～S505)が埋め込みパターン判定部42に相当する部分であ

る。

【0115】埋め込みパターン判定部42の概要は、あらかじめNp種類の信号埋め込みパターンを用意しておき、実際に信号の配置を行う前に、仮にそれぞれの埋め込みパターンに従って埋め込んだ場合に、文字と重なる場所がどの程度の割合で特定のビットに集中するかどうかを判断し、文字と重なる部分が符号語のすべてのビットに最も広く散らばるような埋め込みパターンを選択することである。

10 【0116】符号長をL、文書中に埋め込むことができる信号(ドットパターン)数のうち文字と重ならない信号数をNとしたとき、符号語の各ビットの有効埋め込み回数(文字と重ならず埋め込むことができる回数)の平均値Vは N/L である。したがって、理想的には符号語のすべてのビットがV回ずつ文字と重ならない領域に配置することができる埋め込みパターンが最も良いパターンになる。前述したように、有効埋め込み回数に偏りがあると、少ない回数しか埋め込めなかったビットは、信号検出時に信号検出誤り、印刷後の紙面の汚れ、紙面上への新たな書き込みなどにより信号の読み取りが不可能になる可能性が高い。偏りが大きい場合には、汚れや書き込みによっても全く影響を受けないビットが存在する一方で、信号読み取り不可能なビットが数多く出現することになる。したがって、符号語のすべてのビットが有効埋め込み回数の平均値に近い値である、すなわち各ビットの有効埋め込み回数の分散(または標準偏差)が最も小さいパターンを選択すればよい。

20 【0117】ステップS501では透かしとして印刷物に挿入するデータを誤り訂正符号などを用いて符号語(この符号語は暗号化されていてもよい)に変換する。例えば2元符号に変換した場合、0、1のビット列でデータが表現される。各シンボル(シンボル0、シンボル1)にはそれを表現するドットパターンが対応する。

30 【0118】ステップS502～S504ではNp種類の埋め込みパターンについて(ステップS502)、埋め込もうとする符号語の各ビットが文字領域と重なる場合の数を、各ビット毎にカウントする(ステップS503)。

40 【0119】図24は4種類の埋め込みパターンの例である($Np=4$)。図24(a)は水平方向に連続して信号を埋め込み、(b)は垂直方向に連続、(c)、

(d)は斜め方向に連続して信号を埋め込んでいる。これ以外にも、渦巻き型に埋め込むなど、無数に考えられる。さらに、図25のように文書画像をいくつかのブロックに分割し、それぞれのブロックで異なる埋め込みパターンを用いても良い。

【0120】図26は符号語の例とそれに基づいてドットパターンを配列した例である。このドットパターンを繰り返し文書画像の背景として配置する。

50 【0121】図27(a)は図24(a)の埋め込みパ

ターンに従って図26の符号語を配置した例を示している。ここでは図26のmビット目のドットパターンは12回埋め込まれている。図27(b)はドットパターンの前景に印刷文字を重ねあわせたものである。図のように、符号語のmビット目は1回目の配置では文字と重なっていないが、2回目の配置では文字と重なっている。図24の埋め込みパターンPに対して、符号語のmビット目が文字と重ならず配置できた場合の数をN(P, m)と表記する。符号語の各ビットの有効埋め込み回数の総和T(P)はN(P, m)をm=1~Lまで加算したものであり、平均有効埋め込み回数E(P)はT(P)/Lとなる。これより、有効埋め込み回数の分散は、

$$V(P) = E \{ E(P) - N(P, m) \}^2$$
 で計算できる。

【0122】すべての埋め込みパターンについてV(P)を計算し、ステップS505によりV(P)が最も小さくなる埋め込みパターンを当該の文書画像に対する埋め込みパターンであると確定する。

【0123】ステップS506ではステップS505で確定した埋め込みパターンに従って透かし信号を配置し、文書画像と重ねあわせる。このとき図28で示すようにヘッダ情報領域にどの埋め込みパターンで埋め込んだかという情報を同時に埋め込む。ヘッダ情報領域は文書によらず一定の埋め込みパターンで情報が配置されているものとする。

【0124】次いで、透かし検出部32について説明する。図29は透かし検出部32の処理の流れを示している。ステップS601では入力画像のうちヘッダ情報が埋め込まれている部分の信号を検出し、ヘッダ情報を復元する。ステップS602ではステップS601で復元したヘッダ情報から信号埋め込みパターンを取り出す。ステップS603ではステップS602で取り出した埋め込みパターンに従って、透かし信号を読み取る。ステップS604では符号語の各ビット毎に多数決をとり、各ビットの値を確定し、符号を複合して情報を取り出す。

【0125】なお、図23のステップS506では埋め込みパターンをヘッダ情報埋め込み領域に記録したが、埋め込みパターンが公開されており、かつ数種類に限定されるならば埋め込みパターンの記録をせずに、検出時にすべてのパターンで情報の復号を行って、正しく復号できた(復号エラーの起きない、または意味のある情報を取り出せた)情報を透かし情報として取り出すことも可能である。

【0126】また、埋め込みパターンを秘密にする場合も埋め込みパターンの記録を行う必要はない。これは透かし情報が秘密の情報であった場合などに、埋め込みパターンをより複雑にして、どのようなパターンがあるかを公開せず、信号を埋め込んだパターンを秘密にしてお

くことで、より安全性を保つことを目的としている。このような目的で利用する場合は、必ずしもステップS502~S505の処理を行う必要はない。

【0127】また、埋め込みパターンのブロック分割(図25)についての補説すると、信号埋め込みパターンの1つとして文書画像をいくつかのブロックに分割し、それぞれのブロックで異なる埋め込みパターンを適用する場合に、ブロックの分割方法としては図25に示すように固定の大きさのブロックで分割する以外に、以下で説明するような方法を用いても良い。

【0128】前提として、例えば横書きの文書に水平方向に連続した埋め込みパターン(図24(a))を採用した場合は、文字と重なる領域がある程度連続するため、符号長によっては、図21に示したような判定不可能の状況が起こりやすい。縦書きの文書に垂直方向(図24(b))に連続した埋め込みパターンを採用した場合も同様である。

【0129】図30は縦書き、横書き、図などが混在した文書の例である。このような文書では図24のような文書全体に対して1つの埋め込みパターンを適用するよりも、いくつかのブロックに分割して、それぞれに異なる埋め込みパターンを適用する方が、符号語の各ビットの有効埋め込み回数の分散値がより小さく押さえられる。分割方法は先に説明したような固定の大きさのブロックに分割しても良いが、文書画像の特徴を解析して動的な分割を行った方が分散値低減の効果が大きくなる。

【0130】図31(a)は図30の文書を縦書き、横書き等の特徴によって分割した例である。この分割はOCRの前処理として用いられる「OCRの表解析(特開平04-033079)」などの方法を用いてもよいし、図30の文書画像を縮小して、ある程度の大きさの文字領域のかたまりを抽出し、そのかたまりを1つのブロックとして分割しても良い。図31(a)の例では、領域1、領域2、領域4は横書きの文字列の領域、領域5は縦書きの文字列の領域、領域3は図の領域となっている。

【0131】これらの各領域毎に図23のステップS502~S505を行い、各領域の埋め込みパターンを決定する。図31(b)は領域毎に最適な埋め込みパターンが適用された例である。

【0132】文書画像がどのように分割されたかという情報と、各領域に対する埋め込みパターンの情報は図28のヘッダ情報領域に記録しても良いし、秘密の情報としても良い。

【0133】また、文書画像中の図領域には信号を埋め込むことが困難なため、図31(a)で領域分割した際に、図領域と判定された領域には信号を埋め込まず、図領域に信号を埋め込まなかったという情報をヘッダ情報領域に記録するようにしてもよい。図領域に信号を埋め込まないことによって、透かし検出時に元々信号がほと

んど埋め込まれていない領域から信号検出を行うという処理を省略することができるため、処理時間の短縮や信号検出誤りを防ぐことができる。

【0134】以上詳細に説明したように、本実施の形態によれば、以下のような優れた効果がある。

(2-1) 紙の背景に微小なドットパターンによって視覚的に違和感のない方法で情報を埋め込む場合において、前景の文字領域とドットパターンの重なりによって検出付可能となる信号が、情報を表わす符号語の一部のビットに集中することがないので、信号検出時の検出誤りや、紙の汚れなどの劣化、紙に上書がなされた場合でも確実に情報を取り出すことができる。

(2-2) 信号の埋め込みパターンを秘密にしておくことで、埋め込みパターンを知っているものだけが情報を取り出すことができるようになり、埋め込んだ情報を悪意を持つ第三者に盗み見られる危険性が減少する。

(2-3) 文書画像を構成要素の特徴毎に領域分割し、分割された領域毎に最適な信号埋め込みパターンを適用することで、(2-1)の効果をより高めることができる。

(2-4) 文書画像を構成要素の特徴毎に領域分割し、図領域など信号をほとんど埋め込むことができない部分には信号を埋め込まないことで、透かし検出時の処理時間を短縮し、また検出誤りを低減できる。

【0135】以上、添付図面を参照しながら本発明にかかる透かし情報埋め込み装置、及び、透かし情報検出装置の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【0136】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、以下のような優れた効果がある。

(1-1) ドットの配列の違いにより埋め込み情報を表現するため、元の文書のフォント、文字間や行間のビットに対する変更を伴わない。

(1-2) シンボルを割り当てているドットパターンと、シンボルを割り当てていないドットパターンの濃度(一定区間内のドットの数)が等しいため、人の目には文書の背景に様な濃度の網掛けがされているように見え、情報の存在が目立たない。

(1-3) シンボルを割り当てているドットパターンと割り当てていないドットパターンを秘密にしておくことで、埋め込まれている情報の解読が困難となる。

(1-4) 情報を表わすパターンは細かいドットの集まりで、文書の背景として一面に埋め込まれているため、埋め込みアルゴリズムが公開されたとしても、印刷された文書に対する埋め込み情報の改ざんが困難となる。

(1-5) 波(濃淡変化)の方向の違いにより埋め込み信号を検出するため(1画素単位の詳細な検出を行わないので)、印刷文書に多少の汚れなどがあっても、安定した情報検出を行うことができる。

(1-6) 同じ情報を繰り返し埋め込み、検出時には繰り返し埋め込まれた情報のすべてを利用して情報復元を行うため、大きなフォントの文字によって信号部分が隠されたり、用紙が汚れていたりすることによる部分的な情報の欠落が発生しても、安定して埋め込んだ情報を取り出すことができる。

【0137】また、本発明によれば、以下のような優れた効果がある。

(2-1) 紙の背景に微小なドットパターンによって視覚的に違和感のない方法で情報を埋め込む場合において、前景の文字領域とドットパターンの重なりによって検出付可能となる信号が、情報を表わす符号語の一部のビットに集中することがないので、信号検出時の検出誤りや、紙の汚れなどの劣化、紙に上書がなされた場合でも確実に情報を取り出すことができる。

(2-2) 信号の埋め込みパターンを秘密にしておくことで、埋め込みパターンを知っているものだけが情報を取り出すことができるようになり、埋め込んだ情報を悪意を持つ第三者に盗み見られる危険性が減少する。

(2-3) 文書画像を構成要素の特徴毎に領域分割し、分割された領域毎に最適な信号埋め込みパターンを適用することで、(2-1)の効果をより高めることができる。

(2-4) 文書画像を構成要素の特徴毎に領域分割し、図領域など信号をほとんど埋め込むことができない部分には信号を埋め込まないことで、透かし検出時の処理時間を短縮し、また検出誤りを低減できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1の実施の形態にかかる透かし情報埋め込み装置及び透かし情報検出装置の構成を示す説明図である。

【図2】透かし画像形成部12の処理の流れを示す流れ図である。

【図3】透かし信号の一例を示す説明図であり、(1)はユニットAを、(2)はユニットBを示している。

【図4】図3(1)の画素値の変化を $\arctan(1/3)$ の方向から見た断面図である。

【図5】透かし信号の一例を示す説明図であり、(3)はユニットCを、(4)はユニットDを、(5)はユニットEを示している。

【図6】背景画像の説明図であり、(1)はユニットEを背景ユニットと定義し、これを隙間なく並べた透かし画像の背景とした場合を示し、(2)は(1)の背景画像の中にユニットAを埋め込んだ一例を示し、(3)は(1)の背景画像の中にユニットBを埋め込んだ一例を示している。

【図 7】透かし画像へのシンボル埋め込み方法の一例を示す説明図である。

【図 8】機密情報を透かし画像に埋め込む方法について示した流れ図である。

【図 9】透かし検出部 32 の処理の流れを示す流れ図である。

【図 10】透かし入り文書画像の一例を示す説明図である。

【図 11】図 10 の一部を拡大して示した説明図である。

【図 12】透かし検出部 32 の処理の流れを示す流れ図である。

【図 13】図 13 は入力画像（図 13（1））と、ユニットパターンの区切り位置を設定した後の入力画像（図 13（2））の一例を示している。

【図 14】入力画像中におけるユニット A に対応する領域の一例を示した説明図である。

【図 15】図 14 を波の伝播方向と平行な方向から見た断面図である。

【図 16】ユニットパターン U (x, y) 中に埋め込まれているシンボルユニットがユニット A であるかユニット B であるかを判定する方法について説明する説明図である。

【図 17】情報復元の一例を示す説明図である

【図 18】データ符号の復元方法の一例を示す説明図である。

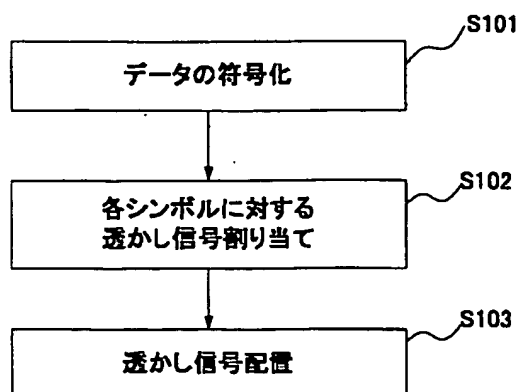
【図 19】データ符号の復元方法の一例を示す説明図である。

【図 20】データ符号の復元方法の一例を示す説明図である。

【図 21】ドットパターンの検出が不可能になる場合を示す説明図である。

【図 22】第 2 の実施の形態にかかる透かし情報埋め込み装置及び透かし情報検出装置の構成を示す説明図である。

【図 2】



【図 23】埋め込みパターン判定部 42 の処理の流れを示す流れ図である。

【図 24】埋め込みパターンの例を示す説明図であり、(a) は水平方向、(b) は垂直方向、(c) は右上から左下への斜め方向、(d) は左上から右下への斜め方向を示している。

【図 25】文書画像を領域分割した場合を示す説明図である。

【図 26】符号語の例とそれに基づいてドットパターンを配列した例を示す説明図である。

【図 27】図 24 (a) の埋め込みパターンに従って図 6 の符号語を配列した例を示す説明図である。

【図 28】ヘッダ情報領域と透かし情報領域を示す説明図である。

【図 29】透かし検出部 32 の処理の流れを示す流れ図である。

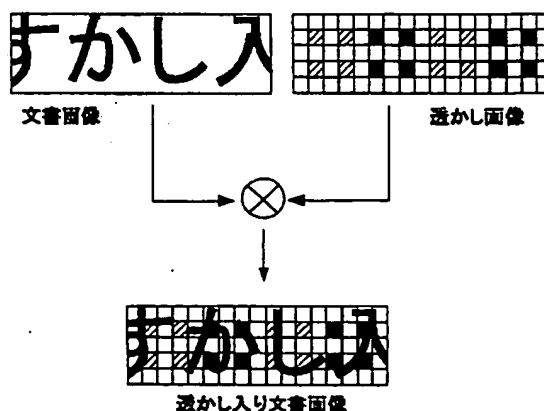
【図 30】縦書き、横書き、図などが混在した文書の例を示す説明図である。

【図 31】図 30 の文書を縦書き、横書き、図などの特徴によって分割した例を示す説明図である。

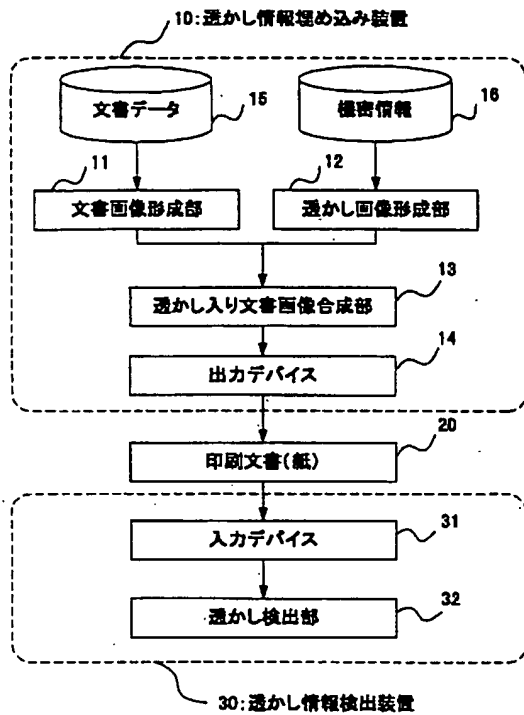
【符号の説明】

- 10 透かし情報埋め込み装置
- 11 文書画像形成部
- 12 透かし画像形成部
- 13 透かし入り文書画像合成部
- 14 出力デバイス
- 15 文書データ
- 16 機密情報
- 20 印刷文書
- 30 透かし情報検出装置
- 31 入力デバイス
- 32 透かし検出部
- 40 透かし情報埋め込み装置
- 42 埋め込みパターン判定部

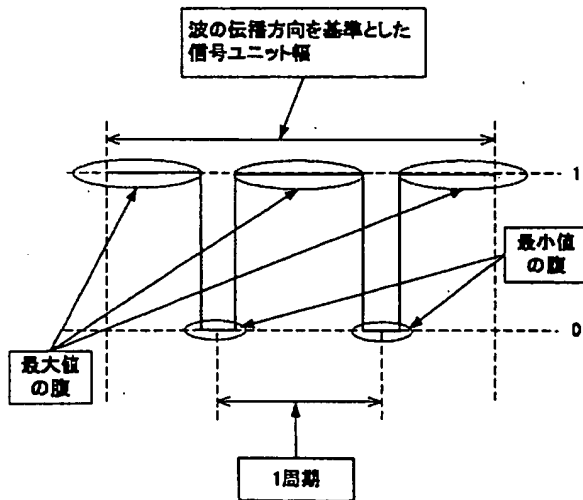
【図 11】



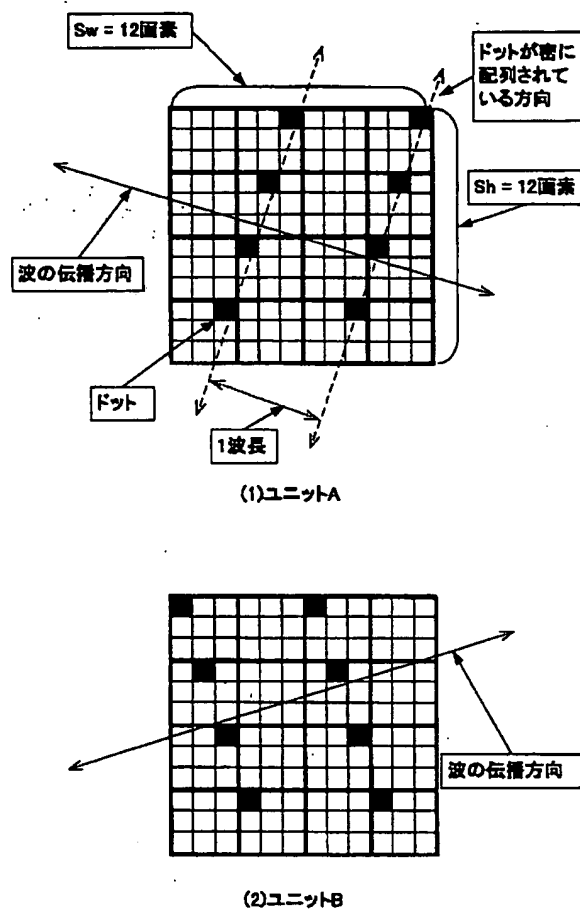
【図 1】



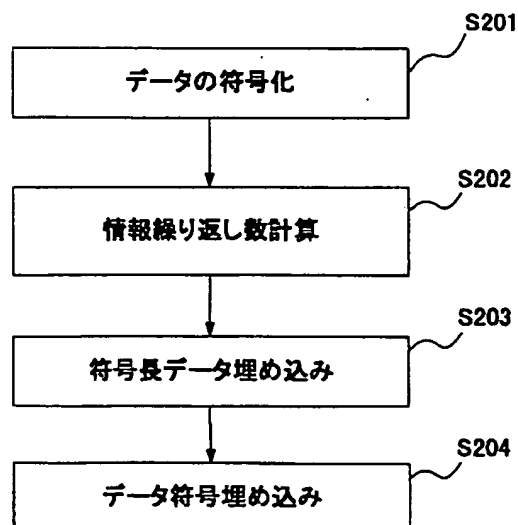
【図 4】



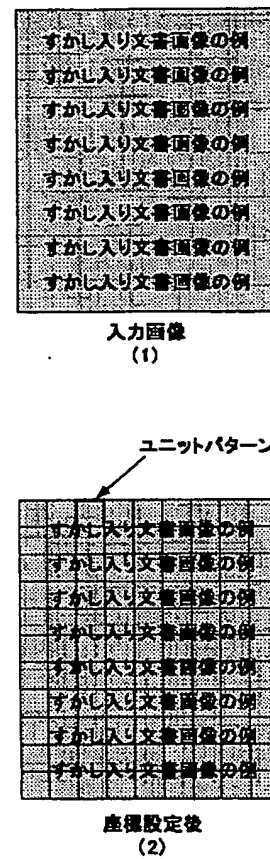
【図 3】



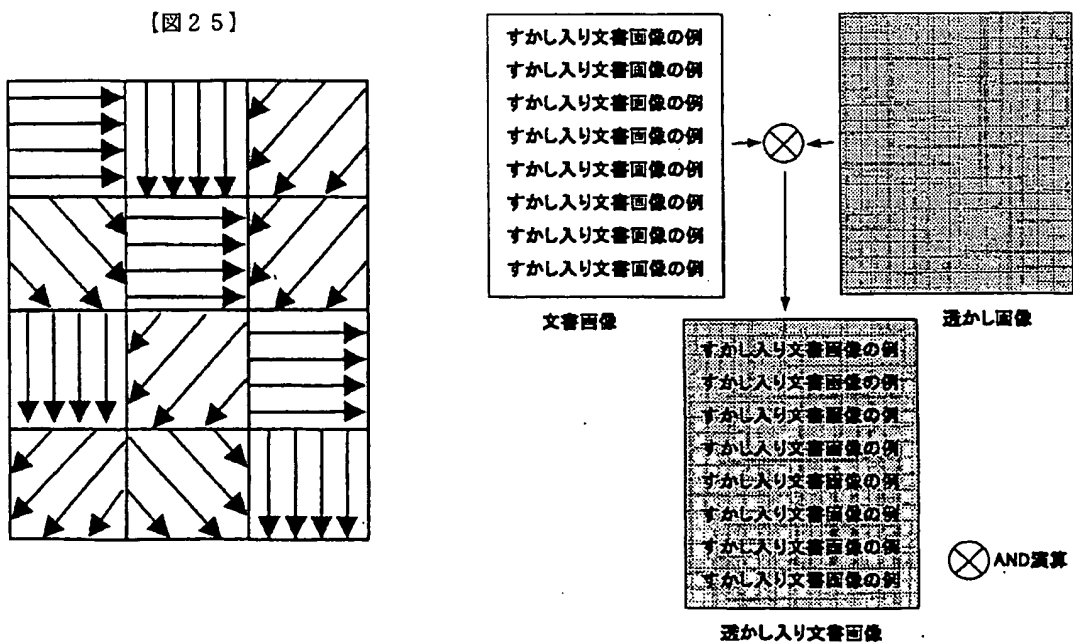
【図 8】



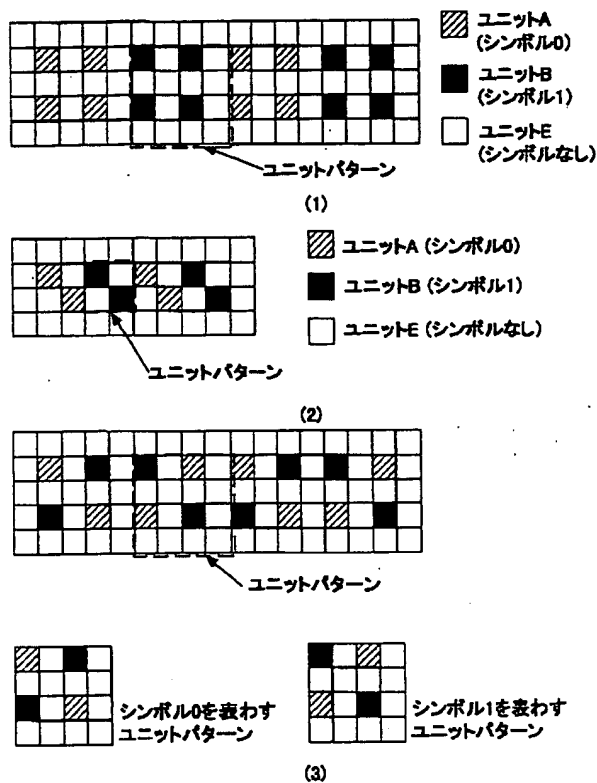
【图 13】



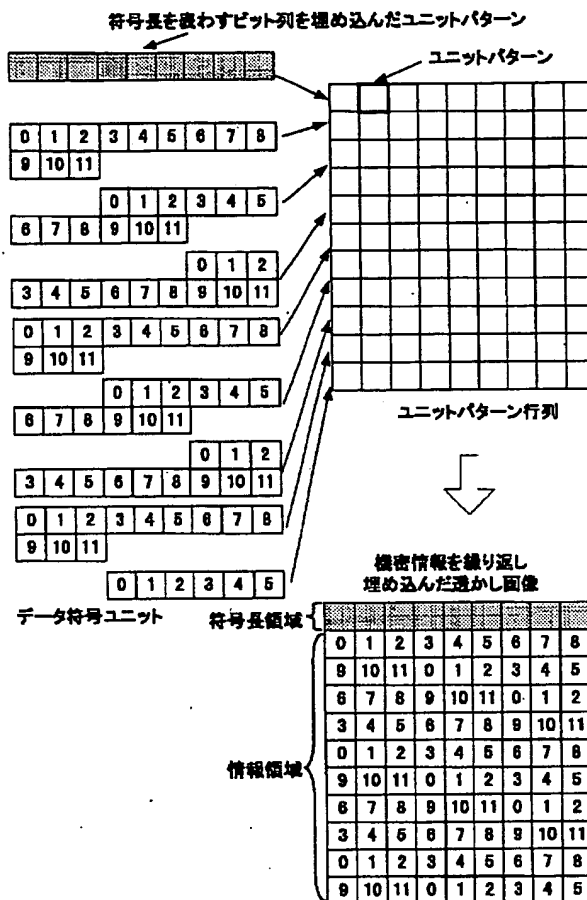
【図 25】



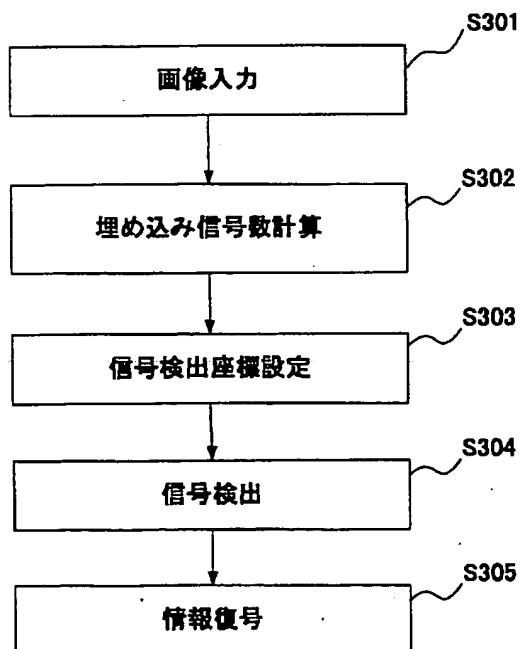
【図7】



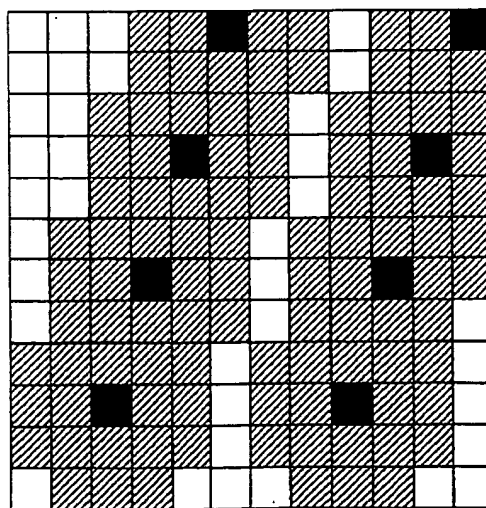
【図9】



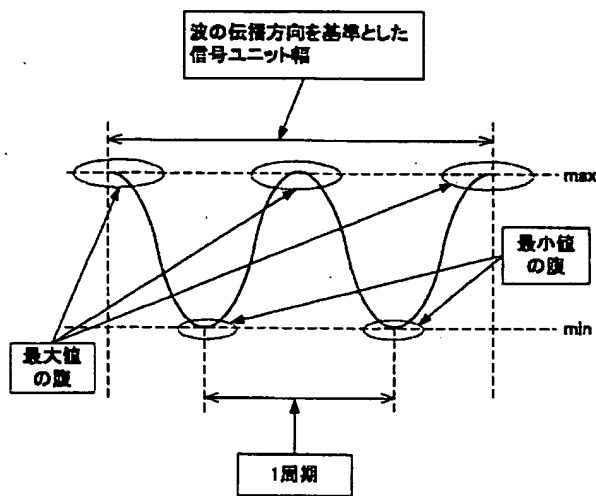
【図12】



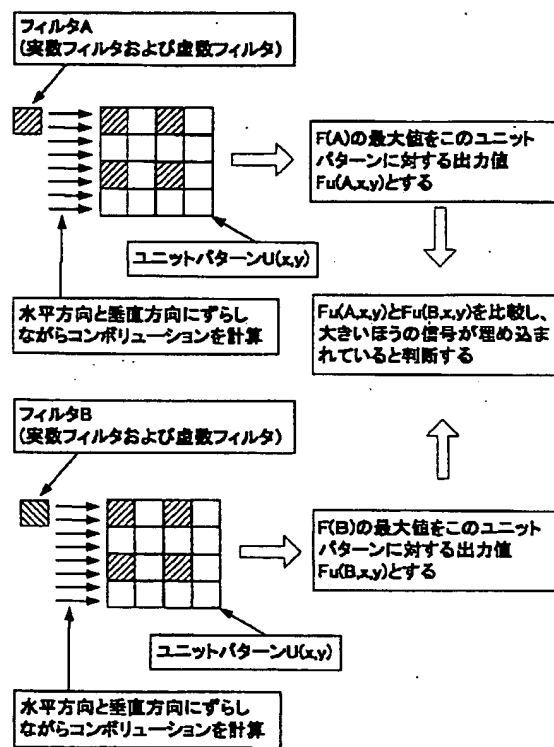
【図14】



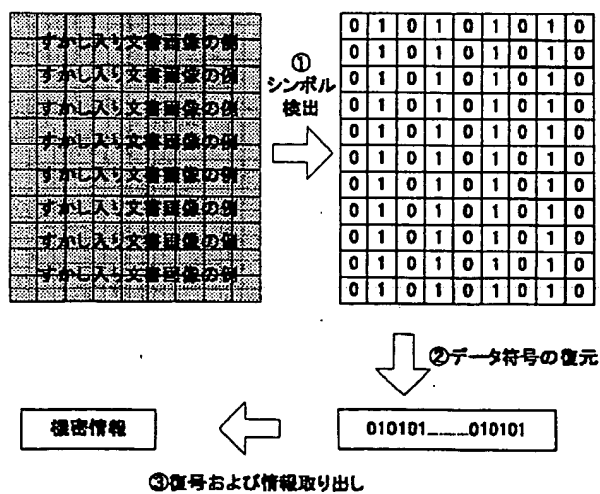
【図15】



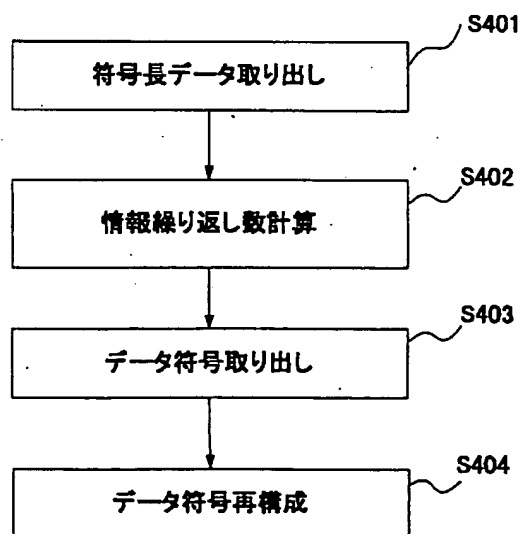
【図16】



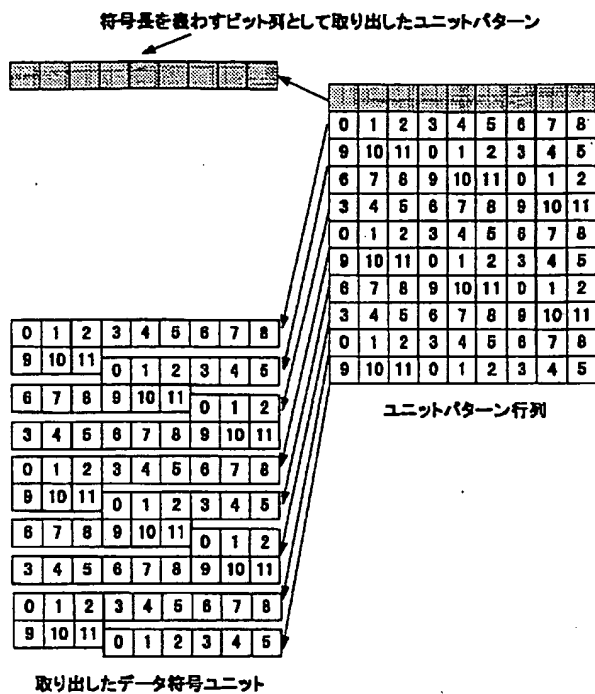
【図17】



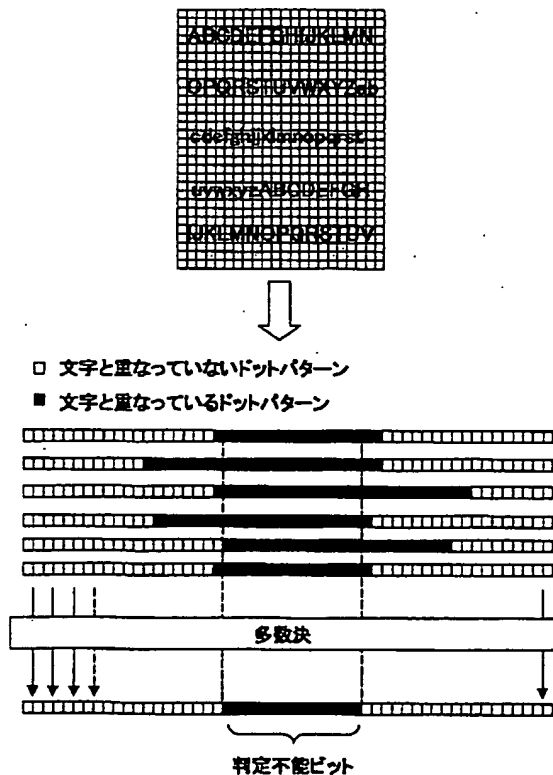
【図18】



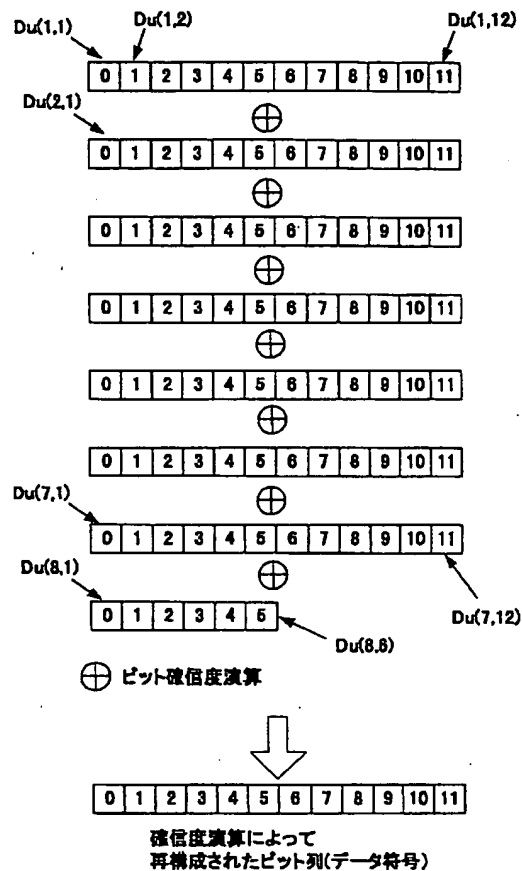
【図 19】



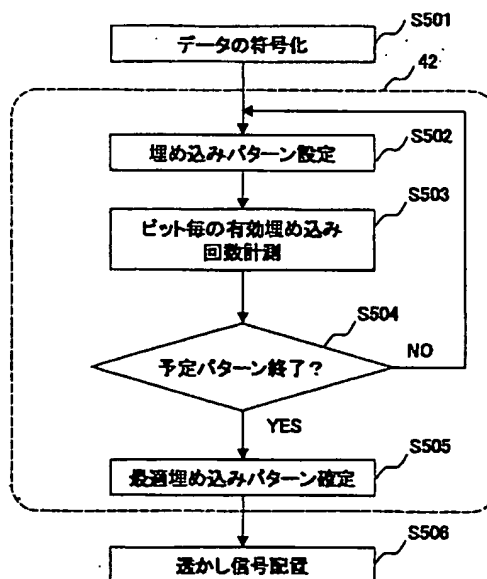
【図 21】



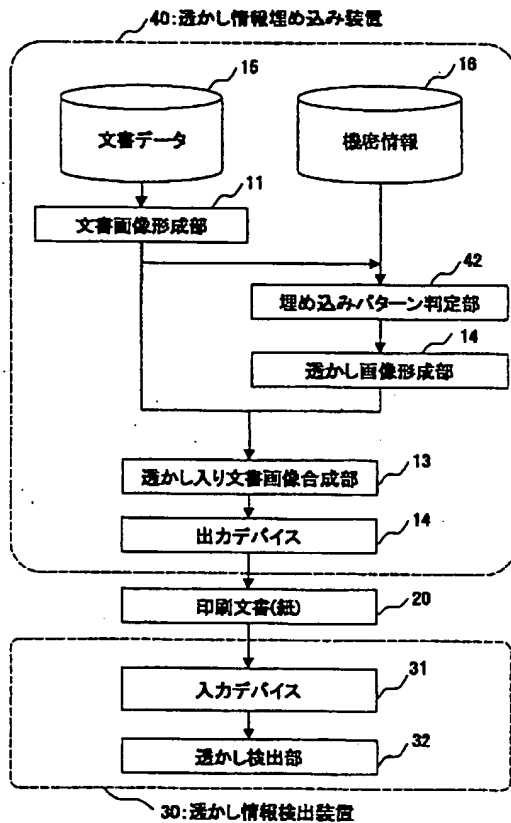
【図 20】



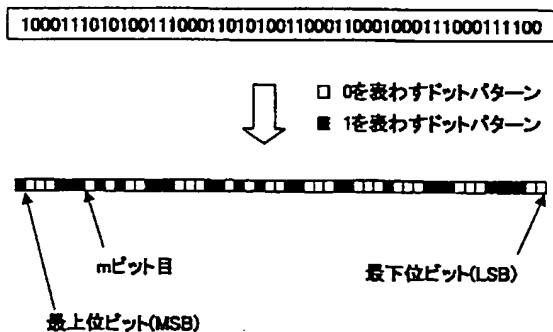
【図 23】



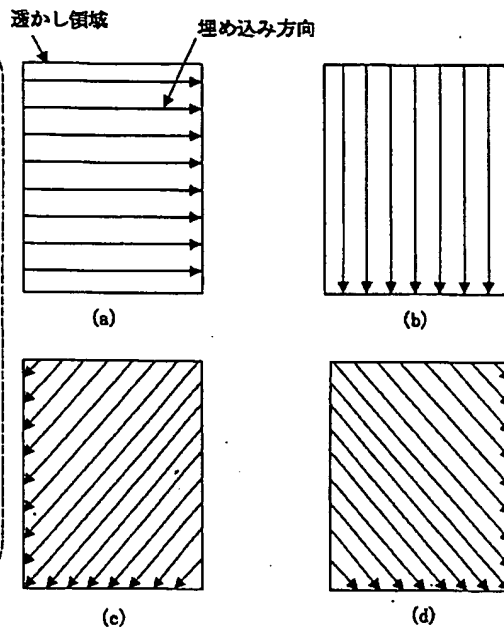
【図 22】



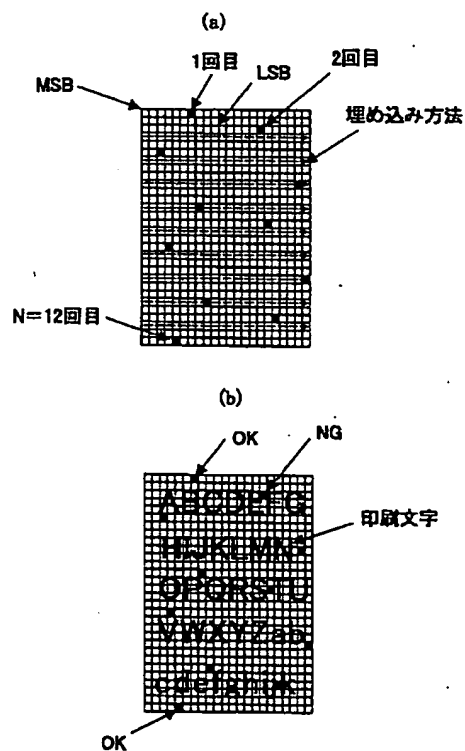
【図 26】



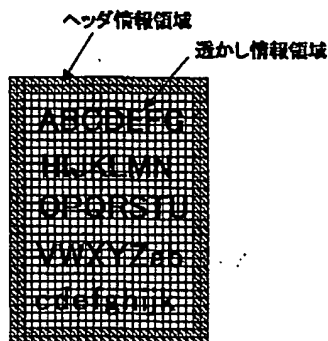
【図 24】



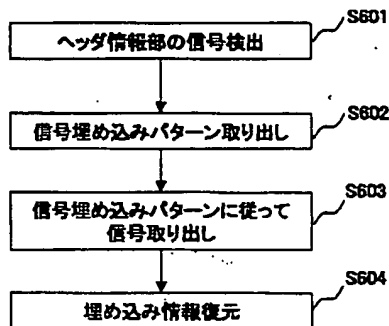
【図 27】



【図28】



【図29】



【図30】



【図31】

